

03 P 10445

B4

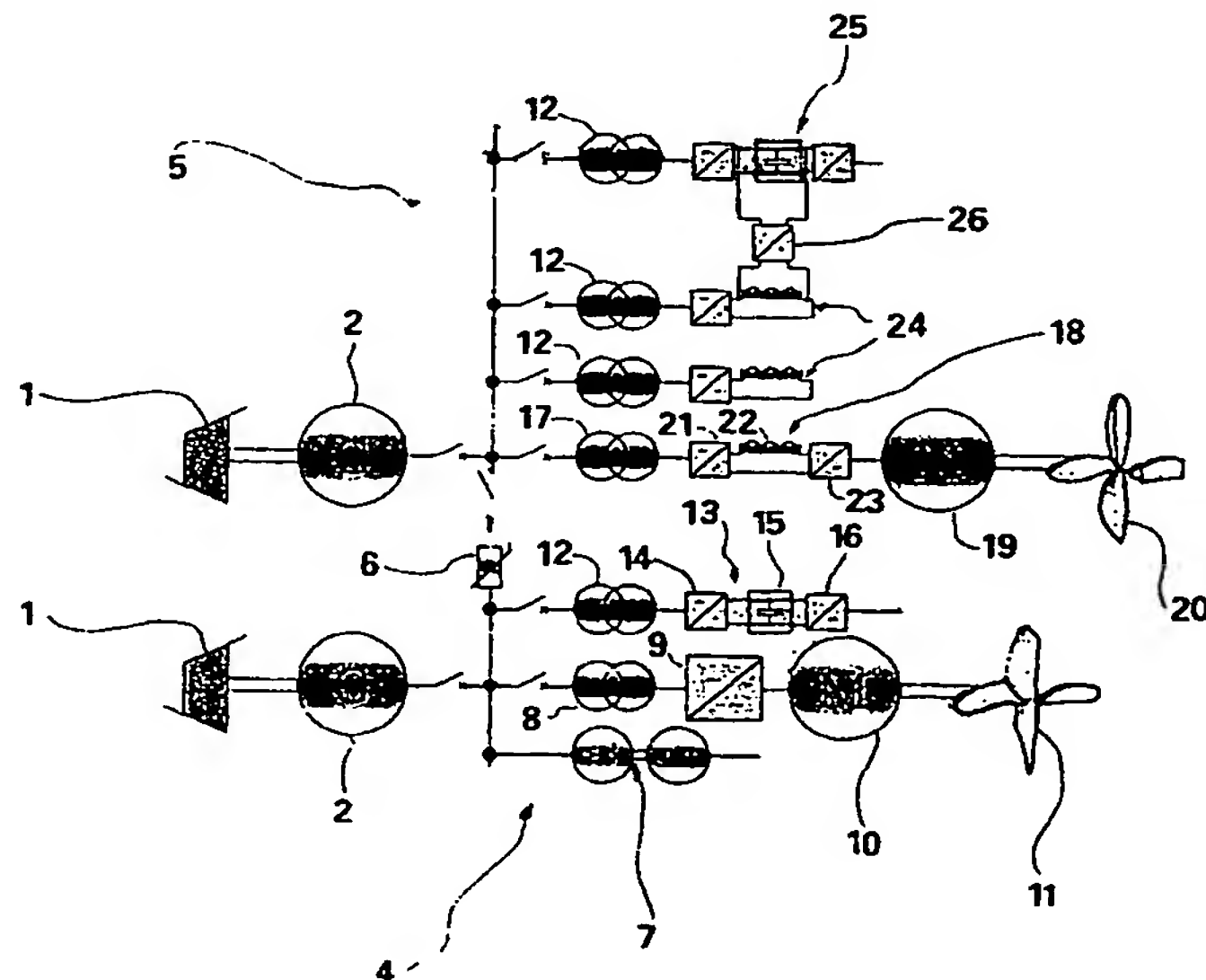
(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
28. März 2002 (28.03.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 02/24523 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: B63J 2/12, (72) Erfinder; und  
B63H 21/17, H02J 4/00, 15/00 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RIES, Günter  
[DE/DE]; Schobertweg 2, 91056 Erlangen (DE).  
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/03687 WACKER, Bernd [DE/DE]; Haundorferstr. 2a, 91074  
Herzogenaurach (DE). HARTIG, Rainer [DE/DE];  
(22) Internationales Anmeldedatum: Hasselbrookstr. 135, 22089 Hamburg (DE). RZADKI,  
25. September 2001 (25.09.2001) Wolfgang [DE/DE]; Groothegen 4e, 21509 Glinde (DE).  
(25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, München 80506  
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (DE).  
(30) Angaben zur Priorität: 100 47 689.9 25. September 2000 (25.09.2000) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): AU, BR, CA, JP, KR,  
NO, US, ZA.  
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE). NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTRICAL MARINE INSTALLATION WITH ENERGY PRODUCTION, DISTRIBUTION AND CONSUMER  
UNITS, IN PARTICULAR FOR SURFACE SHIPS(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHE SCHIFFSAUSRÜSTUNG MIT ENERGIEERZEUGUNGS-, -VERTEILUNGS- UND -VER-  
BRAUCHERANLAGEN, INSBESONDERE FÜR ÜBERWASSERSCHIFFE

(57) Abstract: The invention relates to an electrical marine installation with energy production, distribution and consumer units, in particular for surface ships, comprising at least one HTSC-type generator (2), at least one HTSC-type motor (10) and a cryogenic supply device (3), by means of which the at least one HTSC generator (2) and the at least one HTSC motor (10) motor may be supplied with a cryogenic cooling agent. According to the invention, the installation volume, installation weight and production costs may be reduced, whereby further components and operating equipment for the energy production, distribution and consumer units are of the HTSC type and are supplied with cryogenic cooling agent by means of the cryogenic supply device (3).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/24523 A2

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**(57) Zusammenfassung:** Eine elektrische Schiffsausrüstung mit Energieerzeugungs-, -verteilungs- und -verbraucheranlagen, insbesondere für Überwasserschiffe hat zumindest einen in HTSL-Bauart ausgeführten Generator (2), zumindest einen in HTSL-Bauart ausgeführten Motor (10) und eine Kryoversorgungseinrichtung (3), mittels der der zumindest eine HTSL-Generator (2) und der zumindest eine HTSL-Motor (10) mit einem kryotechnischen Kühlmittel versorgbar sind. Zur Reduzierung des Einbauvolumens, des Einbaugewichts und der Herstellungskosten wird vorgeschlagen, dass weitere Komponenten und Betriebsmittel der Energieerzeugungs-, -verteilungs- und -verbraucheranlagen in HTSL-Bauart ausgebildet und mittels der Kryoversorgungseinrichtung (3) mit kryotechnischem Kühlmittel versorgt werden.

## Beschreibung

Elektrische Schiffsausrüstung mit Energieerzeugungs-,  
-verteilungs- und -verbraucheranlagen, insbesondere für Über-  
5 wasserschiffe

Die Erfindung bezieht sich auf eine elektrische Schiffsaus-  
rüstung mit Energieerzeugungs-, -verteilungs- und -verbrau-  
cheranlagen, insbesondere für Überwasserschiffe, mit zumin-  
10 dest einem in HTSL-Bauart ausgeführten Generator, zumindest  
einem in HTSL-Bauart ausgeführten Motor und einer Kryoversor-  
gungseinrichtung, mittels der der zumindest eine HTSL-Gene-  
rator und der zumindest eine HTSL-Motor mit einem kryotechni-  
schen Kühlmittel versorgbar sind.

15

Unter- und Überwasserschiffe haben üblicherweise eine aufwen-  
dige elektrische Schiffsausrüstung, was zu einem hohen Ge-  
wichts- und Volumenanteil an elektrischen Energieerzeugungs-,  
-verteilungs- und -verbraucheranlagen führt. Darüber hinaus  
20 müssen unterschiedlichste Komponenten der elektrischen  
Schiffsausrüstung von Kreuzfahrtschiffen, Handelsschiffen,  
Fangschiffen, Containerschiffen, Fregatten und U-Booten  
ud.dgl. aufwendig gekühlt werden, wofür zum Beispiel Zwi-  
schenkühlkreisläufe, die mit Seewasser rückgekühlt werden,  
25 Lüftungsschächte, mittels denen beispielsweise Maschinenräume  
entwärmt werden können, zusätzliche Ventilatoren etc., einge-  
setzt werden. Darüber hinaus haben weitere Komponenten elekt-  
rischer Schiffsausrüstungen, beispielsweise Transformatoren,  
elektrische Maschinen sowie Schmiervorrichtungen ud.dgl., für  
30 deren Betrieb häufig die Benutzung von Öl erforderlich ist,  
hohe Brandlasten zur Folge, die aufwendige Sicherungsmaßnah-  
men erfordern.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine elektrische  
35 Schiffsausrüstung der vorstehend geschilderten Art derart  
weiterzubilden, dass sie unter Reduzierung des Einbauvolumens

und des Einbaugewichts mit einem geringeren wirtschaftlichen Aufwand herstellbar ist.

5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass weitere Komponenten und Betriebsmittel der Energieerzeugungs-,  
-verteilungs- und -verbraucheranlagen in HTSL-Bauart ausgebildet und mittels der Kryoversorgungseinrichtung mit kryotechnischem Kühlmittel versorgbar sind. Die Ausgestaltung weiterer Komponenten und Betriebsmittel in HTSL-Bauart in  
10 Verbindung mit deren Kühlung mittels der Kryoversorgungseinrichtung hat zur Folge, dass die Komponenten und Betriebsmittel unter erheblicher Reduzierung sowohl des Einbauvolumens als auch des Einbaugewichtes mit geringerem wirtschaftlichen Aufwand herstellbar sind, wobei einerseits bei bekannten  
15 elektrischen Schiffsausrüstungen vorhandene Brandlasten im Falle der erfindungsgemäßen elektrischen Schiffsausrüstung erst gar nicht entstehen und andererseits das für Kühl- und Wärmeabfuhrmaßnahmen erforderliche Schiffsvolumen erheblich reduziert werden kann.

20 Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der elektrischen Schiffsausrüstung wird erreicht, dass entweder die Ladungskapazität eines ansonsten unveränderten Überwasserschiffes erheblich erhöht ist bzw. andererseits ein Überwasserschiff mit  
25 der gleichen Ladungskapazität erheblich kleiner ausgeführt werden kann. Die Raumnot an Bord von U-Booten kann gemildert werden. Ihre Reichweite bei Unterwasserfahrt kann vergrößert werden.

30 Wenn die als Synchronmaschine mit supraleitenden Polrad- und Luftspaltwicklungen ausgebildeten HTSL-Generatoren der erfindungsgemäßen elektrischen Schiffsausrüstung supraleitende Lager aufweisen, die mittels der Kryoversorgungseinrichtung mit kryotechnischem Kühlmittel versorgbar sind, ergibt sich im  
35 Vergleich zu konventionellen Generatoren eine Verbesserung des Wirkungsgrads von ca. 95 % auf ca. 98,5 %, wobei der energietechnische Aufwand für den Betrieb der Kryoversor-

gungseinrichtung berücksichtigt ist, und eine Verringerung der Maschinenmassen und des Maschinenvolumens auf ca. 50 %.

Hiermit vergleichbare Volumen-, Massen- und Wirkungsgradvorteile hinsichtlich der motorischen Ausrüstung der erfindungsgemäßen elektrischen Schiffsausrüstung sind erzielbar, wenn statt konventioneller Motoren HTSL-Motoren mit supraleitenden Lagern vorgesehen werden, die mittels der Kryoversorgungseinrichtung mit kryotechnischem Kühlmittel versorgt werden.

10

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen elektrischen Schiffsausrüstung ist zumindest ein Rotationsumform-Motor-Generator derselben als Synchronmaschine in HTSL-Bauart ausgebildet, wobei dessen supraleitende Polrad- und Luftspaltwicklungen mittels der Kryoversorgungseinrichtung mit kryotechnischem Kühlmittel versorgbar sind. Hierdurch erhöht sich der Wirkungsgrad im Vergleich zu einem konventionellen Rotationsumform-Motor-Generator von 95 % auf ca. 98,5 %, wobei der für die Kühlung betriebene energetische

15

20

Aufwand berücksichtigt ist; die Maschinenmasse und das Maschinenvolumen reduziert sich im Vergleich zu einer konventionellen Ausführungsform auf ca. 50 %, wobei die vorstehenden Prozentangaben insbesondere dann mit einem relativ geringen Aufwand erreichbar sind, wenn der HTSL-Rotationsumform-Motor-Generator supraleitende Lager aufweist, die mittels der Kryoversorgungseinrichtung mit kryotechnischem Kühlmittel versorgbar sind.

25

30

35

Zweckmäßigerweise können mit vergleichbaren erreichbaren Vorteilen supraleitende Lager für weitere rotierende Komponenten der elektrischen Schiffsausrüstung, z.B. für Turbinen, vorgesehen werden, wobei auch diese supraleitenden Lager mittels der Kryoversorgungseinrichtung mit kryotechnischem Kühlmittel versorgt werden. Durch die supraleitenden Lager läßt sich eine Verringerung von Reibungsverlusten, eine Wirkungsgradverbesserung um bis zu 0,7 %, eine Verringerung des Wartungsaufwandes und der Wegfall von Schmierölkreisläufen und -kühlern,



welche hohe Brandlasten darstellen, erreichen; es sind lediglich Nothilfslager für den Fall des Ausfalls der Versorgung mit kryotechnischem Kühlmittel notwendig.

- 5 Wenn die erfindungsgemäße elektrische Schiffsausrüstung in HTSL-Bauart ausgebildete Transformatoren mit supraleitenden Transformatorwicklungen aufweist, die mittels der Kryoversorgungseinrichtung mit kryotechnischem Kühlmittel versorgbar sind, läßt sich der Wirkungsgrad der Transformatoren von ca. 10 98 % auf ca. 99 %, wobei der energetische Aufwand für die Kühlung berücksichtigt ist, erhöhen, wobei darüber hinaus eine Verringerung des elektrischen Maschinenvolumens und der elektrischen Maschinenmasse um ca. 30 bis 40 % erreicht werden kann. Dies gilt sowohl für Stromrichter- als auch für 15 Verteilertransformatoren.

- Falls in Stromzwischenkreisumrichtern vorgesehene Stromzwischenkreisdrosseln in HTSL-Bauart ausgebildet und mittels der Kryoversorgungseinrichtung mit kryotechnischem Kühlmittel 20 versorgbar sind, kann der Wirkungsgrad im Vergleich mit einer konventionellen Stromzwischenkreisdrossel von ca. 98 % auf ca. 99 %, wobei der energetische Aufwand für die Kühlung berücksichtigt ist, erhöht werden; die Reduzierung des Volumens und der Masse beträgt ca. 40 bis 50 %.

- 25 Durch eine kryogene Kühlung von Stromrichtern mittels der Kryoversorgungseinrichtung läßt sich eine erhebliche Reduzierung der Durchlasswiderstände erreichen, die zum Beispiel bei MOSFETs bei einer Kühlung mit 77 K im Vergleich zur Raumtemperatur von ca. 300 K maximal ca. 87 % betragen kann. 30

- Wenn Stromschienen bzw. -kabel, die kryotechnisch gekühlte Komponenten elektrisch miteinander verbinden, in HTSL-Bauart ausgebildet und mittels der Kryoversorgungseinrichtung mit 35 kryotechnischem Kühlmittel versorgbar sind, können Verluste, die ansonsten aufgrund der Temperaturdifferenz zwischen der

Kryotemperatur und der Raumtemperatur auftreten, erheblich reduziert werden.

Vorteilhaft lassen sich in Zwischenkreisumrichtern vorgesehene Stromzwischenkreisdrosseln gemeinsam mit netzseitigen und maschinenseitigen Leistungsumrichtermodulen so verbinden und in einem gemeinsamen Kryostat unterbringen, dass Stromzuführungen und damit verursachte Verluste auf ein Mindestmaß reduziert werden können.

10

Damit vergleichbare Einsparungen an Verlusten sind erzielbar, wenn in Spannungszwischenkreisumrichtern vorgesehene Spannungszwischenkreiskondensatoren in kryotauglicher oder HTSL-Bauart ausgebildet und gemeinsam mit netzseitigen Leistungsumrichtermodulen und maschinenseitigen Leistungsumrichtermodulen mittels der Kryoversorgungseinrichtung mit kryotechnischem Kühlmittel versorgbar sind. Hierdurch ist die Unterbringung in einem Kryostaten möglich, wodurch mehrere Stromzuführungen als Hauptverlusteinträger in den Kryostaten entfallen können.

15  
20

HTSL-Stromschienen bzw. HTSL-Stromkabel sind insbesondere zur elektrischen Verbindung kryotechnisch gekühlter Lastzentralen und kryotechnisch gekühlter Verbraucherzentralen vorteilhaft.

25

Sofern bei der erfindungsgemäßen elektrischen Schiffsausrüstung als Sicherheitselemente in HTSL-Bauart ausgebildete Strombegrenzer vorgesehen sind, die mittels der Kryoversorgungseinrichtung mit kryotechnischem Kühlmittel versorgbar sind, kann der Betrieb des Bordnetzes dadurch verbessert werden, dass nunmehr die Möglichkeit der Kupplung bisher getrennter Anlagenteile sowie eine Verringerung der dynamischen und thermischen Auswirkungen von Kurzschlussströmen möglich ist, was insgesamt zu einer Verbesserung der Versorgungssicherheit und einer durch Erhöhung der Kurzschlussleistung erzielten Verbesserung der Auswirkungen von durch Stromrichterlasten verursachten Netzurückwirkungen führt.

30  
35

Vorteilhaft können auch Magnetenergiespeicher der erfindungsgemäßen elektrischen Schiffsausrüstung in HTSL-Bauart ausgebildet sein und mittels der Kryoversorgungseinrichtung mit kryotechnischem Kühlmittel versorgt werden.

5

Die Kryoversorgungseinrichtung der erfindungsgemäßen elektrischen Schiffsausrüstung ist zur Erhöhung der Sicherheit des Schiffsbetriebs zweckmäßigerweise zumindest teilweise redundant ausgebildet.

10

Wenn die Kryoversorgungseinrichtung der erfindungsgemäßen elektrischen Schiffsausrüstung als zentrales Kühlsystem ausgebildet ist, lassen sich Vorteile hinsichtlich des wirtschaftlichen Aufwands für die Kryokühlung erzielen; darüber hinaus sind aus dem Stand der Technik bekannte Kryoversorgungseinrichtungen, die industriell eingesetzt werden, ohne großen wirtschaftlich-technischen Aufwand an die Erfordernisse des Schiffbaus anpaßbar. Die Ausgestaltung als zentrales Kühlsystem ermöglicht darüber hinaus einen höheren Carnot-Wirkungsgrad im Vergleich zu kleinere Kapazitäten aufweisenden Einzelanlagen.

15

20

Die Ausgestaltung der Kryoversorgungseinrichtung als dezentrales Kühlsystem geht vorteilhaft mit kürzeren Transferleitungen einher, wobei darüber hinaus durch die dezentrale Ausgestaltung erreicht wird, dass nicht sämtliche HTSL-Komponenten von einer einzigen Kryoanlage abhängen.

25

Je nach Ausgestaltung der erfindungsgemäßen elektrischen Schiffsausrüstung ist es vorteilhaft, wenn deren Kryoversorgungseinrichtung zentral ausgebildete und dezentral ausgebildete Teilkühlsysteme aufweist, wobei ein zentral ausgebildetes Teilkühlsystem vorteilhaft einer Lastzentrale mit einer Vielzahl Kühlmittelverbraucher zugeordnet ist, in der lediglich kurze Transferleitungen vorhanden sind.

30

35



Dezentral ausgebildete Teilkühlsysteme eignen sich bei vereinzelt und entfernt von anderen Kühlmittelverbrauchern angeordneten Kühlmittelverbrauchern.

- 5 Darüber hinaus ist ein dezentral ausgebildetes Teilkühlsystem dann erforderlich, wenn Kühlmittelverbraucher vorgesehen sind, die mit einem anderen als dem in der übrigen Kryoversorgungseinrichtung vorgesehenen Kühlmittel gekühlt werden. Für Überwasser-Marineschiffe, bei denen eine Beschädigung  
10 aufgrund eines Treffers nicht zum Ausfall der gesamten Fahr- anlage führen darf, ist es besonders vorteilhaft, wenn ein dezentral ausgebildetes Teilkühlsystem der Kryoversorgungseinrichtung jeweils einem Antriebsstrang mit zumindest einem Stromrichtertransformator, zumindest einem Stromrichter und:  
15 einem Motor zugeordnet ist.

Wenn die Kryoversorgungseinrichtung mit flüssigem Stickstoff als Kühlmittel arbeitet, der eine üblicherweise für eine kryogene Kühlung ausreichende Siedetemperatur von 77 K aufweist,  
20 sind insoweit Vorteile erreichbar, als flüssiger Stickstoff nicht brennbar ist und als flüssiger Stickstoff aus Luft, deren Hauptbestandteil Stickstoffgas ist, ohne weiteres gewonnen werden kann, wobei die entsprechenden Verfahrenstechniken umweltfreundlich sind und Stickstoff nicht toxisch ist.

- 25 Als weitere Kühlmittel, z.B. als Sekundärkühlmittel und/oder als Kühlmittel von dezentral ausgebildeten Teilkühlsystemen der kryotechnischen Versorgungseinrichtung können flüssiges Erdgas, flüssiger Sauerstoff, Helium, Neon, Argon und/oder  
30 Luft vorgesehen sein. Flüssiges Erdgas ist zum Beispiel in Erdgastankern verfügbar, als Kühlmittel des weiteren einsetzbarer flüssiger Wasserstoff ist beispielsweise in Kraftstoffbehältern für den Betrieb von Brennstoffzellen verfügbar; Helium kommt zum Beispiel als Kühlmittel bei besonders niedrigen  
35 Temperaturen sowie als Arbeitgas für die Versorgung von Kaltköpfen von Refrigeratoren zum Einsatz.

Mittels der Kryoversorgungseinrichtung sind vorteilhaft auch Schockgefriereinrichtungen, Kühlcontainer ud.dgl., die beispielsweise an Bord von fischverarbeitenden Schiffen vorhanden sind, mit kryotechnischem Kühlmittel versorgbar.

5

Zur Erzeugung flüssigen Stickstoffs kann die Kryoversorgungseinrichtung vorteilhaft eine Luftverflüssigungsanlage aufweisen. Luft zum Betrieb der Luftverflüssigungsanlage steht praktisch unbegrenzt zur Verfügung.

10

Der flüssige Stickstoff kann vorteilhaft in einem Sammelbehälter gepuffert werden, so daß die Kryoversorgungseinrichtung in einer Grundlast gefahren werden kann, wohingegen die Kühlmittelverbraucher an Bord des Überseeschiffes je nach Bedarf mit kryotechnischem Kühlmittel versorgt werden können. Für den Fall eines Ausfalls der elektrischen Anlage können aus dem Sammelbehälter die Kühlmittelverbraucher für eine bestimmte Zeit kalt gehalten werden.

15

Als dezentral ausgebildete Teilkühlsysteme haben sich insbesondere Refrigeratoren als besonders vorteilhaft erwiesen, wobei die Refrigeratoren zweckmäßigerweise jeweils ein geschlossenes System bilden.

20

Den Refrigeratoren zugeordnete Kompressoren sind zweckmäßigerweise mittels Wasser rückkühlbar, wobei zu diesem Zweck entweder individuelle Rückkühlkreisläufe aufgebaut werden oder mehrere Refrigeratoren ein ihnen gemeinsames Zwischenkreiskühlsystem aufweisen können.

25

30

Abhängig von der lokalen Unterbringung der Refrigeratoren ist beispielsweise eine Kühlung über die Bordwand mittels Seewasser möglich.

35

Wenn der erfindungsgemäßen elektrischen Schiffsausrüstung zumindest eine Brennstoffzelle zugeordnet ist, kann diese vor-

teilhaft mit in der Luftverflüssigungsanlage in großen Mengen anfallendem flüssigen Sauerstoff betrieben werden.

5 An Bord von Kühlschiffen sowie von Fangschiffen wird verfahrenstechnische Kälte für die Lebensmittelkühlung benötigt. Eine vorstehend beschriebene Kryoversorgungseinrichtung läßt sich unter Berücksichtigung aller denkbaren Verbraucher auslegen, wobei verschiedene Kühltemperaturniveaus für unterschiedliche Zwecke erreicht werden können; hierzu ist beispielsweise der Einsatz von Wärmetauschern mit verschiedenen oder gleichen Kältemitteln möglich.

15 Es sei darauf hingewiesen, dass das vorstehend bereits als Kühlmittel erwähnte flüssige Erdgas in den Tanks von Flüssiggastankern in großen Mengen vorhanden ist. Das flüssige Erdgas hat bei einem Druck von 1 atm eine Siedetemperatur von 111 K und ist daher für bestimmte Kühlzwecke als Kältemittel einsetzbar. Darüber hinaus haben die Tanks natürliche Verdampfungsraten. Das so anfallende gasförmige Erdgas, gegebenenfalls auch zweckgerichtet verdampftes Erdgas, kann zum Antrieb der Turbine der erfindungsgemäßen elektrischen Schiffsausrüstung eingesetzt werden. Das flüssige Erdgas läßt sich als kryogenes Kältemittel bei denjenigen HTSL-Komponenten nutzen, bei denen als Kühltemperatur 111 K ausreichend sind, 25 zum Beispiel in Wärmeschilden oder gegebenenfalls direkt bei Supraleiter-Sprungtemperaturen, die über 111 K liegen.

30 Die erfindungsgemäße elektrische Schiffsausrüstung ist vorteilhaft mit Hochgeschwindigkeits-Halbleiterschaltern ausgerüstet, die mittels der Kryoversorgungseinrichtung mit kryotechnischem Kühlmittel versorgt werden, so dass ihre dauernd auftretenden Durchlassverluste erheblich reduziert werden können.

35 Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen:

5      FIGUR 1 eine Prinzipdarstellung einer erfindungsgemäßen elektrischen Schiffsausrüstung mit Energieerzeugungs-, -verteilungs- und -verbraucheranlagen für Überwasserschiffe;

10      FIGUR 2 eine Prinzipdarstellung einer als zentrales Kühlsystem ausgebildeten Kryoversorgungseinrichtung der erfindungsgemäßen elektrischen Schiffsausrüstung in nicht redundanter Ausführungsform mit einem geschlossenen Kreislauf;

15      FIGUR 3 eine Prinzipdarstellung einer als zentrales Kühlsystem ausgebildeten Kryoversorgungseinrichtung der erfindungsgemäßen elektrischen Schiffsausrüstung in redundanter Ausführungsform mit geschlossenem Kreislauf;

20      FIGUR 4 eine Prinzipdarstellung einer als zentrales Kühlsystem ausgebildeten Kryoversorgungseinrichtung einer erfindungsgemäßen elektrischen Schiffsausrüstung in nicht redundanter Ausführungsform mit offenem Kreislauf;

25      FIGUR 5 eine Prinzipdarstellung einer als zentrales Kühlsystem ausgebildeten Kryoversorgungseinrichtung der erfindungsgemäßen elektrischen Schiffsausrüstung in redundanter Ausführungsform mit geschlossenem Kreislauf;

30      FIGUR 6 eine Prinzipdarstellung einer als kombiniertes Kühlsystem ausgebildeten Kryoversorgungseinrichtung der erfindungsgemäßen elektrischen Schiffsausrüstung in teilweise nicht redundanter und teilweise redundanter Ausführungsform mit geschlossenem Kreislauf;

35      FIGUR 7 eine als dezentrales Kühlsystem ausgebildete Kryoversorgungseinrichtung der erfindungsgemäßen elektrischen Schiffsausrüstung;

FIGUR 8 eine weitere Ausführungsform einer als dezentrales Kühlsystem ausgebildeten Kryoversorgungseinrichtung

der erfindungsgemäßen elektrischen Schiffsaus-  
rüstung;

FIGUR 9 eine dritte Ausführungsform einer als dezentrales  
Kühlsystem ausgebildeten Kryoversorgungseinrichtung  
5 einer erfindungsgemäßen elektrischen Schiffsaus-  
rüstung;

FIGUR 10 eine Prinzipdarstellung eines konkreten Aus-  
führungsbeispiels einer erfindungsgemäßen elek-  
trischen Schiffsausrüstung; und

10 FIGUR 11 eine Ausführungsform einer bei dem Ausführungs-  
beispiel gemäß FIGUR 10 der erfindungsgemäßen  
elektrischen Schiffsausrüstung einsetzbaren Kryo-  
versorgungseinrichtung.

15 Eine in FIGUR 1 prinzipiell dargestellte erfindungsgemäße e-  
lektrische Schiffsausrüstung für Überwasserschiffe hat Ener-  
gieerzeugungs-, -verteilungs- und -verbraucheranlagen.

Als Energieerzeugungsanlagen für das elektrische Schiffsnetz  
20 werden im dargestellten Ausführungsbeispiel zwei Turbinen 1  
eingesetzt, die jeweils einen Generator 2 antreiben.

Die beiden Turbinen 1 haben supraleitende Lager, die mittels  
einer anhand der FIGUREN 2 bis 9 noch zu erläuternden Kryo-  
25 versorgungseinrichtung 3 mit einem kryotechnischen Kälte-  
bzw. Kühlmittel versorgt werden. Lediglich für den Fall eines  
Ausfalls der Kryoversorgungseinrichtung 3 sind Nothilfslager  
für die Turbinen 1 vorgesehen.

30 Die Generatoren 2 sind in HTSL-Bauweise als Synchronmaschinen  
mit supraleitenden Polrad- und Luftspaltwicklungen ausgebil-  
det. Auch die HTSL-Generatoren 2 weisen supraleitende Lager  
entsprechend denen der Turbinen 1 auf. Die supraleitenden La-  
ger der HTSL-Generatoren 2 sowie letztere werden mittels der  
35 Kryoversorgungseinrichtung 3 mit dem kryotechnischen Kühlmittel  
versorgt.



Die beiden HTSL-Generatoren 2 speisen jeweils einen Netzabschnitt 4 bzw. 5 des in FIGUR 1 in prinzipieller Darstellung gezeigten elektrischen Schiffsnetzes 4, 5.

5 Zwischen den beiden Netzabschnitten 4, 5 ist ein in HTSL-Bauart ausgebildeter Strombegrenzer 6 angeordnet, der durch die Kryoversorgungseinrichtung 3 mit dem kryotechnischen Kühlmittel versorgt wird. Mittels des HTSL-Strombegrenzers 6 ist es möglich, bisher getrennte Anlagenteile zu kuppeln, wo-  
10 durch der Betrieb des Schiffsnetzes erheblich verbessert wird; dynamische und thermische Auswirkungen von Kurzschlussströmen werden durch den HTSL-Strombegrenzer 6 reduziert. Durch die Kupplung bisher getrennter Anlagen kann die Versorgungssicherheit verbessert werden, wobei durch die Erhöhung  
15 der Kurzschlussleistung die Auswirkungen von Netzurückwirkungen, die durch Stromrichterlasten verursacht werden, verbessert werden können.

Der bei der Darstellung in FIGUR 1 untere Netzabschnitt 4  
20 verzweigt sich in drei Netzzweige. In einem Netzzweig ist ein Rotationsumform-Motor-Generator 7 vorgesehen, mittels dem beispielsweise eine Beleuchtungseinrichtung des Überwasserschiffes betrieben werden kann. Der Rotationsumform-Motor-Generator 7 ist in HTSL-Bauweise als Synchronmaschine mit  
25 supraleitenden Polrad- und Luftspaltwicklungen ausgebildet und wird mittels der Kryoversorgungseinrichtung 3 mit kryotechnischem Kühlmittel versorgt.

In einem weiteren Netzzweig des in FIGUR 1 unteren Netzabschnitts 4 ist ein Antriebsstrang mit einem Stromrichtertransformator 8, einem Stromrichter 9 und einem Motor 10 vorgesehen, mittels dem ein Schiffspropeller 11 antreibbar ist.  
30

Der Stromrichtertransformator 8 ist in HTSL-Bauweise mit supraleitenden Wicklungen ausgeführt und wird durch die Kryoversorgungseinrichtung 3 mit kryotechnischem Kühlmittel versorgt.  
35

## 13

Auch die Komponenten des Stromrichters 9 werden mittels der Kryoversorgungseinrichtung 3 bzw. des durch diese zur Verfügung gestellten kryotechnischen Kühlmittels gekühlt.

- 5 Der Motor 10 ist ebenfalls in HTSL-Bauweise hergestellt und wird durch die Kryoversorgungseinrichtung 3 mit kryotechnischem Kühlmittel versorgt. Die Lager des HTSL-Motors 10 sind als supraleitende Lager entsprechend denjenigen des HTSL-Generators 2 bzw. der Turbine 1 ausgebildet.

10

Im bei der Darstellung in FIGUR 1 oberen Netzzweig des unteren Netzabschnitts 4 des Schiffsnetzes sind ein Stromrichtertransformator 12 und ein Spannungszwischenkreisumrichter 13 vorgesehen, über die unterschiedliche elektrische Verbraucher

15 versorgt werden.

20

Der Stromrichtertransformator 12 ist in HTSL-Bauweise mit supraleitenden Wicklungen ausgebildet und wird durch die Kryoversorgungseinrichtung 3 mit kryotechnischem Kühlmittel versorgt.

25

Der Spannungszwischenkreisumrichter hat ein netzseitiges Leistungsumrichtermodul 14, einen Spannungszwischenkreiskondensator 15 und ein maschinenseitiges Leistungsumrichtermodul 16. Der Spannungszwischenkreiskondensator 15 ist in HTSL-Bauweise ausgebildet und wird gemeinsam mit dem netzseitigen Leistungsumrichtermodul 14 und dem maschinenseitigen Leistungsumrichtermodul 16 durch die Kryoversorgungseinrichtung 3 mit kryotechnischem Kühlmittel versorgt.

30

In einem Netzzweig des in FIGUR 1 oberen Netzabschnitts 5 des Schiffsnetzes sind ein weiterer Stromrichtertransformator 17, ein Stromzwischenkreisumrichter 18 und ein weiterer Motor 19 angeordnet, mittels dem ein zweiter Schiffspropeller 20 an-

35 treibbar ist.

Der weitere Stromrichtertransformator 17 ist in HTSL-Bauart mit supraleitenden Wicklungen ausgestaltet und wird mittels der Kühlversorgungseinrichtung 3 mit kryotechnischem Kühlmittel versorgt.

5

Der Stromzwischenkreisumrichter 18 hat ein netzseitiges Leistungsumrichtermodul 21, eine Stromzwischenkreisdrossel 22 und ein maschinenseitiges Leistungsumrichtermodul 23. Die Stromzwischenkreisdrossel 22 ist in HTSL-Bauart ausgebildet und wird gemeinsam mit dem netzseitigen Leistungsumrichtermodul 21 und dem maschinenseitigen Leistungsumrichtermodul 23 mittels der Kryoversorgungseinrichtung 3 mit kryotechnischem Kühlmittel versorgt.

15

Der weitere Motor 19 ist ebenfalls in HTSL-Bauart ausgeführt und mittels supraleitender Lager gelagert. Der HTSL-Motor 19 und seine supraleitenden Lager werden mittels der Kryoversorgungseinrichtung 3 mit kryotechnischem Kühlmittel versorgt.

20

In den weiteren Netzzweigen des in FIGUR 1 oberen Netzabschnitts 5 sitzt jeweils ein Stromrichtertransformator 12, der wie der in dem betreffenden Netzzweig des unteren Netzabschnitts 4 angeordnete Stromrichtertransformator 12 ausgebildet ist.

25

Die beiden in FIGUR 1 unteren Stromrichtertransformatoren 12 im oberen Netzabschnitt 5 sind gemeinsam mit jeweils einem Magnetenergiespeicher 24 in einem Netzzweig angeordnet.

30

Die beiden Magnetenergiespeicher 24 sind jeweils in HTSL-Bauart ausgeführt und werden durch die Kryoversorgungseinrichtung 3 mit kryotechnischem Kühlmittel versorgt.

35

Der im in FIGUR 1 oberen Netzzweig des oberen Netzabschnitts 5 vorgesehene Stromrichtertransformator 12 speist über einen Spannungszwischenkreisumrichter 25, der in seiner technischen Ausgestaltung und in seinem Aufbau mit dem Spannungszwischenkreisumrichter 13 im in FIGUR 1 unteren

Netzabschnitt 4 übereinstimmt, mehrere in FIGUR 1 nicht gezeigte Verbraucher.

Der Spannungszwischenkreisumrichter 25 sowie der in FIGUR 1 obere HTSL-Magnetspeicher 24 sind über ein ununterbrechbares Energieversorgungsglied 26 miteinander verbunden. Das Energieversorgungsglied 26 wird durch von der Kryoversorgungseinrichtung 3 zur Verfügung gestelltes Kühlmittel gekühlt.

10 In den FIGUREN 2 bis 9 sind unterschiedliche Ausgestaltungen der Kryoversorgungseinrichtung 3 der elektrischen Schiffsausrüstung gezeigt.

Die in FIGUR 2 gezeigte Ausführungsform der Kryoversorgungseinrichtung 3 ist als zentrales Kühlsystem ausgebildet. Zu dieser Kryoversorgungseinrichtung 3 gehört eine Kühlanlage bzw. Luftverflüssigungsanlage 27. In dieser Kühl- bzw. Luftverflüssigungsanlage 27 wird flüssiger Stickstoff erzeugt und über isolierte Leitungen in einen Sammelbehälter 28 eingeleitet. Aus dem Sammelbehälter 28 heraus werden HTSL-Transformatoren 29, HTSL-Generatoren 30, HTSL-Strombegrenzer 31, HTSL-Motoren 32 sowie weitere vorstehend geschilderte Bestandteile 33 der elektrischen Schiffsausrüstung über isolierte Leitungen mit kryotechnischem Kühlmittel versorgt. Eine stromab der genannten Komponenten vorgesehene isolierte Sammelleitung führt das kryotechnische Kühlmittel über lediglich auf eine höhere Temperatur zu kühlende Bestandteile 34 der elektrischen Schiffsausrüstung zu einem weiteren Sammelbehälter 35, in dem der gasförmige Stickstoff speicherbar ist, bevor er wieder in die Kühl- bzw. Luftverflüssigungsanlage 27 eingeleitet wird. Die vorstehend anhand von FIGUR 2 geschilderte Kryoversorgungseinrichtung 3 ist nicht redundant ausgebildet und hat einen geschlossenen Kreislauf für das kryotechnische Kühlmittel.

35

Die in FIGUR 3 gezeigte Ausführungsform der Kryoversorgungseinrichtung 3 unterscheidet sich von der in FIGUR 2 gezeig-

ten dadurch, dass sie redundant ausgebildet ist und entsprechend zwei Kühl- bzw. Luftverflüssigungsanlagen 27a, 27b, zwei Sammelbehälter 28a, 28b für flüssigen Stickstoff und zwei Sammelbehälter 35a, 35b für gasförmigen Stickstoff sowie  
5 entsprechend zwei isolierte Leitungssysteme aufweist.

Die in FIGUR 4 gezeigte Ausführungsform der Kryoversorgungseinrichtung 3 unterscheidet sich von der in FIGUR 2 gezeigten dadurch, dass der Kühlmittelkreislauf offen gestaltet  
10 ist, wobei statt einer Kühl- bzw. Luftverflüssigungsanlage 27 und eines Sammelbehälters 28 ein Speicher 36 für flüssigen Stickstoff vorgesehen ist, aus dem der flüssige Stickstoff über isolierte Leitungen entnommen und den zu kühlenden HTSL-Teilen sowie den weiteren zu kühlenden Bestandteilen zuge-  
15 führt wird. Stromab der zu kühlenden Teile entweicht der dann gasförmige Stickstoff in die Atmosphäre.

Die in FIGUR 5 gezeigte redundante Ausführungsform der Kryoversorgungseinrichtung 3 unterscheidet sich von der anhand  
20 von FIGUR 3 beschriebenen dadurch, daß lediglich HTSL-Transformatoren 29, HTSL-Generatoren 30, HTSL-Strombegrenzer 31 sowie HTSL-Motoren 32 mit kryotechnischem Kühlmittel versorgt werden.

25 FIGUR 6 zeigt eine Kryoversorgungseinrichtung 3, die ein zentral ausgebildetes Teilkühlsystem 37 und ein dezentral ausgebildetes Teilkühlsystem 38 aufweist.

Das zentral ausgebildete Teilkühlsystem 37 entspricht hinsichtlich seines Aufbaus und seiner Funktion der anhand von  
30 FIGUR 2 näher beschriebenen Kryoversorgungseinrichtung 3. Das dezentral ausgebildete Teilkühlsystem 38 der in FIGUR 6 gezeigten Kryoversorgungseinrichtung 3 hat zwei Refrigeratoren 39a, 39b, die zur Kühlung eines einem Schiffspropeller zugeordneten HTSL-Motors 32 vorgesehen sind. Entsprechend ist das  
35 dezentral ausgebildete Teilkühlsystem 38 redundant.



FIGUR 7 zeigt eine dezentral ausgebildete Kryoversorgungseinrichtung 3, die zwei nicht redundante, jeweils in sich zentral ausgebildete Teilkühlsysteme 37 aufweist, von denen jedes der anhand von FIGUR 3 erläuterten Kryoversorgungseinrichtung 3 entspricht.

Eine in FIGUR 8 gezeigte, dezentral ausgebildete Kryoversorgungseinrichtung 3 hat im dargestellten Ausführungsbeispiel sechs Refrigeratoren 39, mittels denen ein HTSL-Transformator 29 mit zugehörigen Komponenten 40, ein HTSL-Generator 30, ein HTSL-Motor 32, ein erster HTSL-Strombegrenzer 31, ein zweiter HTSL-Strombegrenzer 31 sowie ein HTSL-Stromkabel 41, mit kryotechnischem Kühlmittel versorgt werden. Die in FIGUR 8 gezeigte Kryoversorgungseinrichtung 3 ist nicht redundant ausgebildet.

Die in FIGUR 9 gezeigte Kryoversorgungseinrichtung 3 unterscheidet sich von der in FIGUR 8 gezeigten dadurch, daß sie redundant ausgebildet ist und entsprechend jedem zu kühlenden Element zwei Refrigeratoren 39a, 39b zugeordnet sind.

Eine in FIGUR 10 mit Leistungsangaben dargestellte elektrische Schiffsausrüstung hat zwei gleichgestaltete Netzabschnitte 42, 43, die über einen HTSL-Strombegrenzer 44 miteinander koppelbar sind. Jeder Netzabschnitt 42 bzw. 43 hat drei HTSL-Generatoren, die jeweils eine Nominalleistungsabgabe von 14 MVA aufweisen. Des weiteren hat jeder der beiden Netzabschnitte 42, 43 einen HTSL-Propellermotor 46, mittels dem ein Schiffspropeller 47 antreibbar ist.

Die Polradwicklungen der sechs HTSL-Generatoren 45 und der beiden HTSL-Propellermotoren 46 sind auf 25 K gekühlt; je HTSL-Generator 45 ist eine Kryokühlleistung von 200 W, je HTSL-Propellermotor 46 eine Kryoleistung von 300 W erforderlich. Insgesamt ergibt sich zur Kühlung der sechs HTSL-Generatoren 45 und der zwei HTSL-Propellermotoren 46 eine zu installierende Kryokühlleistung von 1800 W.

In jedem Netzabschnitt 42 bzw. 43 sind für den HTSL-Propellermotor 46 vier HTSL-Stromrichtertransformatoren mit einer Nennleistung von jeweils 9,2 MVA vorgesehen, die den HTSL-Propellermotor über vier Stromrichter 49 versorgen.

5

Des weiteren sind in jedem Netzabschnitt 42 bzw. 43 sieben HTSL-Verteilertransformatoren 50 vorgesehen, mittels denen weitere, in FIGUR 10 nicht dargestellte Verbraucher od.dgl. versorgt werden. Von den sieben HTSL-Verteilertransformatoren 50 je Netzabschnitt 42 bzw. 43 weisen drei eine Nennleistung von 1,8 MVA, drei eine Nennleistung von 2,2 MVA und einer eine Nennleistung von 4,4 MVA auf.

10

Der zwischen den beiden Netzabschnitten 42, 43 vorgesehene HTSL-Strombegrenzer 44 hat einen Lastfluss von maximal 28 MVA.

15

Der HTSL-Strombegrenzer 44, die acht HTSL-Stromrichtertransformatoren 48 und die vierzehn HTSL-Verteilertransformatoren 50 werden jeweils auf eine Temperatur von 77 K gekühlt.

20

Für die acht HTSL-Stromrichtertransformatoren 48 ergibt sich jeweils eine zu installierende Kryokühlleistung von 9500 W, d.h. insgesamt 76000 W, für die sechs HTSL-Verteilertransformatoren mit der Nennleistung von 1,8 MVA jeweils eine zu installierende Kryokühlleistung von 3000 W, somit insgesamt 18000 W, für die sechs HTSL-Verteilertransformatoren 50 mit der Nennleistung von 2,2 MVA eine zu installierende Kryokühlleistung von jeweils 3500 W, somit insgesamt 21000 W, für die zwei HTSL-Verteilertransformatoren mit der Nennleistung von 4,4 MVA eine zu installierende Kryokühlleistung von jeweils 6000 W, somit insgesamt 12000 W, und für den HTSL-Strombegrenzer 44 eine zu installierende Kühlleistung von 1000 W.

25

30

Die insgesamt für die auf 77 K zu kühlenden Komponenten zu installierende Kryokühlleistung beläuft sich somit auf insgesamt 128000 W.

35

FIGUR 11 zeigt eine Kryoversorgungseinrichtung 3, bei der zweiundzwanzig HTSL-Transformatoren 29, sechs HTSL-Generatoren 30 und ein HTSL-Strombegrenzer 31 mittels einer Kühl- bzw. Luftverflüssigungsanlage 27 über einen vorgeschalteten  
5 Sammelbehälter 28 mit flüssigem Stickstoff als Kühlmittel versorgt werden, der stromab in einem weiteren Sammelbehälter 35 in gasförmiger Form aufgenommen und dann der Kühl- bzw. Luftverflüssigungsanlage 27 wieder zugeführt wird. Die HTSL-Motoren 32 der elektrischen Schiffsausrüstung werden mittels  
10 zweier Refrigeratoren 39a, 39b mit Kühlmittel versorgt.

Die Erfindung ist anhand der elektrotechnischen Ausrüstung eines Überwasserschiffes beschrieben. Es versteht sich, daß auch U-Boote vorteilhaft mit den beschriebenen HTSL-Komponenten  
15 ausgerüstet werden. Diese sind dann entsprechen den Anforderungen an das Energieerzeugungs-Verteilungs- und Verbrauchssystem eines U-Bootes angepaßt miteinander verbunden.

## Patentansprüche

1. Elektrische Schiffsausrüstung mit Energieerzeugungs-,  
-verteilungs- und -verbraucheranlagen, insbesondere für Über-  
5 wasserschiffe, mit zumindest einem in HTSL-Bauart ausgeführ-  
ten Generator (2, 30, 45), zumindest einem in HTSL-Bauart  
ausgeführten Motor (10, 19; 32; 46), und einer Kryoversor-  
gungseinrichtung (3), mittels der der zumindest eine HTSL-  
Generator (2, 30, 45) und der zumindest eine HTSL-Motor (10,  
10 19; 32; 46) mit einem kryotechnischen Kühlmittel versorgbar  
sind, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, dass weitere Komponenten und  
Betriebsmittel der Energieerzeugungs-, -verteilungs- und  
-verbraucheranlagen in HTSL-Bauart ausgebildet und mittels  
15 der Kryoversorgungseinrichtung (3) mit kryotechnischem Kühl-  
mittel versorgbar sind.
2. Elektrische Schiffsausrüstung nach Anspruch 1, deren HTSL-  
Generatoren (2, 30, 45) supraleitende Lager aufweisen, die  
20 mittels der Kryoversorgungseinrichtung (3) mit kryotechni-  
schem Kühlmittel versorgbar sind.
3. Elektrische Schiffsausrüstung nach Anspruch 1 oder 2, de-  
ren HTSL-Motoren (10, 19; 32; 46) supraleitende Lager aufwei-  
25 sen, die mittels der Kryoversorgungseinrichtung (3) mit kryo-  
technischem Kühlmittel versorgbar sind.
4. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 1  
bis 3, mit zumindest einem Rotationsumform-Motor-Generator  
30 (7), der als Synchronmaschine in HTSL-Bauart ausgebildet und  
dessen supraleitende Polrad- und Luftspaltwicklungen mittels  
der Kryoversorgungseinrichtung (3) mit kryotechnischem Kühl-  
mittel versorgbar sind.
- 35 5. Elektrische Schiffsausrüstung nach Anspruch 4, bei der der  
Rotationsumform-Motor-Generator (7) supraleitende Lager auf-

weist, die mittels der Kryoversorgungseinrichtung (3) mit kryotechnischem Kühlmittel versorgbar sind.

6. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der supraleitende Lager für weitere rotierende Komponenten, zum Beispiel für Turbinen (1), vorgesehen sind, die mittels der Kryoversorgungseinrichtung (3) mit kryotechnischem Kühlmittel versorgbar sind.

7. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit in HTSL-Bauart ausgebildeten Transformatoren (8, 12, 17; 29; 48, 50), die supraleitende Transformatorwicklungen aufweisen und mittels der Kryoversorgungseinrichtung (3) mit kryotechnischem Kühlmittel versorgbar sind.

8. Elektrische Schiffsausrüstung nach Anspruch 7, mit in HTSL-Bauart ausgebildeten Stromrichtertransformatoren (8, 17, 48), die supraleitende Transformatorwicklungen aufweisen und mittels der Kryoversorgungseinrichtung (3) mit kryotechnischem Kühlmittel versorgbar sind.

9. Elektrische Schiffsausrüstung nach Anspruch 7 oder 8, mit in HTSL-Bauart ausgebildeten Verteilertransformatoren (50), die supraleitende Transformatorwicklungen aufweisen und mittels der Kryoversorgungseinrichtung (3) mit kryotechnischem Kühlmittel versorgbar sind.

10. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der in Stromzwischenkreisumrichtern (18) vorgesehene Stromzwischenkreisdrosseln (22) in HTSL-Bauart ausgebildet und mittels der Kryoversorgungseinrichtung (3) mit kryotechnischem Kühlmittel versorgbar sind.

11. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, mit Stromrichtern (9), die mittels der Kryoversorgungseinrichtung (3) mit kryotechnischem Kühlmittel versorgbar sind.



12. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei der Stromschienen bzw. -kabel (41), die kryotechnisch gekühlte Komponenten elektrisch miteinander verbinden, in HTSL-Bauart ausgebildet und mittels der Kryoversorgungseinrichtung (3) mit kryotechnischem Kühlmittel versorgbar sind.

13. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei der in Zwischenkreisumrichtern vorgesehene Stromzwischenkreisdrosseln (22) mit netzseitigen Leistungsumrichtermodulen (21) und maschinenseitigen Leistungsumrichtermodulen (23) verbunden und in einem gemeinsamen Kryostat untergebracht sind.

14. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, bei der in Spannungszwischenkreisumrichtern (13, 25) vorgesehene Spannungszwischenkreiskondensatoren (15) in kryotauglicher oder HTSL-Bauart ausgebildet und gemeinsam mit netzseitigen Leistungsumrichtermodulen (14) und maschinenseitigen Leistungsumrichtermodulen (16) mittels der Kryoversorgungseinrichtung (3) mit kryotechnischem Kühlmittel versorgbar sind.

15. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, bei der HTSL-Stromschienen bzw. HTSL-Stromkabel (41) kryotechnisch gekühlte Lastzentralen und kryotechnisch gekühlte Verbraucherzentralen elektrisch miteinander verbinden.

16. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, bei der als Sicherheitselemente Strombegrenzer (5, 31, 44) vorgesehen sind, die in HTSL-Bauart ausgebildet und mittels der Kryoversorgungseinrichtung (3) mit kryotechnischem Kühlmittel versorgbar sind.

17. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, bei der Magnetenergiespeicher (24) in HTSL-Bauart

## 23

ausgebildet und mittels der Kryoversorgungseinrichtung (3) mit kryotechnischem Kühlmittel versorgbar sind.

18. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, bei der die Kryoversorgungseinrichtung (3) zumindest teilweise redundant ausgebildet ist.

19. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, bei der die Kryoversorgungseinrichtung (3) als zentrales Kühlsystem ausgebildet ist.

20. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, bei der die Kryoversorgungseinrichtung (3) als dezentrales Kühlsystem ausgebildet ist.

21. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, bei der die Kryoversorgungseinrichtung (3) zentral ausgebildete und dezentral ausgebildete Teilkühlsysteme (37, 38) aufweist.

22. Elektrische Schiffsausrüstung nach Anspruch 21, bei der ein zentral ausgebildetes Teilkühlsystem (37) der Kryoversorgungseinrichtung (3) einer Lastzentrale mit einer Vielzahl Kühlmittelverbraucher zugeordnet ist.

23. Elektrische Schiffsausrüstung nach Anspruch 21 oder 22, bei der ein dezentral ausgebildetes Teilkühlsystem (38) der Kryoversorgungseinrichtung (3) einem vereinzelt und entfernt von anderen Kühlmittelverbrauchern angeordneten Kühlmittelverbraucher zugeordnet ist.

24. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 21 bis 23, bei der ein dezentral ausgebildetes Teilkühlsystem (38) der Kryoversorgungseinrichtung (3) für solche Kühlmittelverbraucher vorgesehen ist, die mit einem anderen als dem in der übrigen Kryoversorgungseinrichtung (3) vorgesehenen Kühlmittel gekühlt werden.

25. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 21 bis 24, bei der ein dezentral ausgebildetes Teilkühlsystem (38) der Kryoversorgungseinrichtung (3) einen Antriebsstrang mit zumindest einem Stromrichtertransformator, zumindest einem Stromrichter und einem Motor zugeordnet ist.

26. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 25, bei der die Kryoversorgungseinrichtung (3) mit flüssigem Stickstoff als Kühlmittel arbeitet.

27. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 26, bei der als weitere Kühlmittel, zum Beispiel als Sekundärkühlmittel und/oder als Kühlmittel von dezentral ausgebildeten Teilkühlsystemen, der kryotechnischen Versorgungseinrichtung (3) flüssiges Erdgas, flüssiger Sauerstoff, flüssiger Wasserstoff, Helium, Neon, Argon und/oder Luft vorgesehen sind.

28. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 27, bei der mittels der Kryoversorgungseinrichtung (3) Schockgefriereinrichtungen, Kühlcontainer und dgl. mit kryotechnischem Kühlmittel versorgbar sind.

29. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 28, bei der die Kryoversorgungseinrichtung (3) eine Luftverflüssigungsanlage (27) zur Erzeugung flüssigen Stickstoffs aufweist.

30. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 29, bei der die Kryoversorgungseinrichtung (3) einen Sammelbehälter (28) für Kryoflüssigkeit aufweist, der stromauf der Kühlmittelverbraucher angeordnet ist.

31. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 21 bis 30, bei der die Kryoversorgungseinrichtung (3) als dezentral ausgebildete Teilkühlsysteme (38) Refrigeratoren (39) aufweist.

32. Elektrische Schiffsausrüstung nach Anspruch 31, bei der die Refrigeratoren (39) jeweils ein geschlossenes System bilden.

5 33. Elektrische Schiffsausrüstung nach Anspruch 31 oder 32, bei der den Refrigeratoren (39) zugeordnete Kompressoren mittels Wasser rückgekühlt werden.

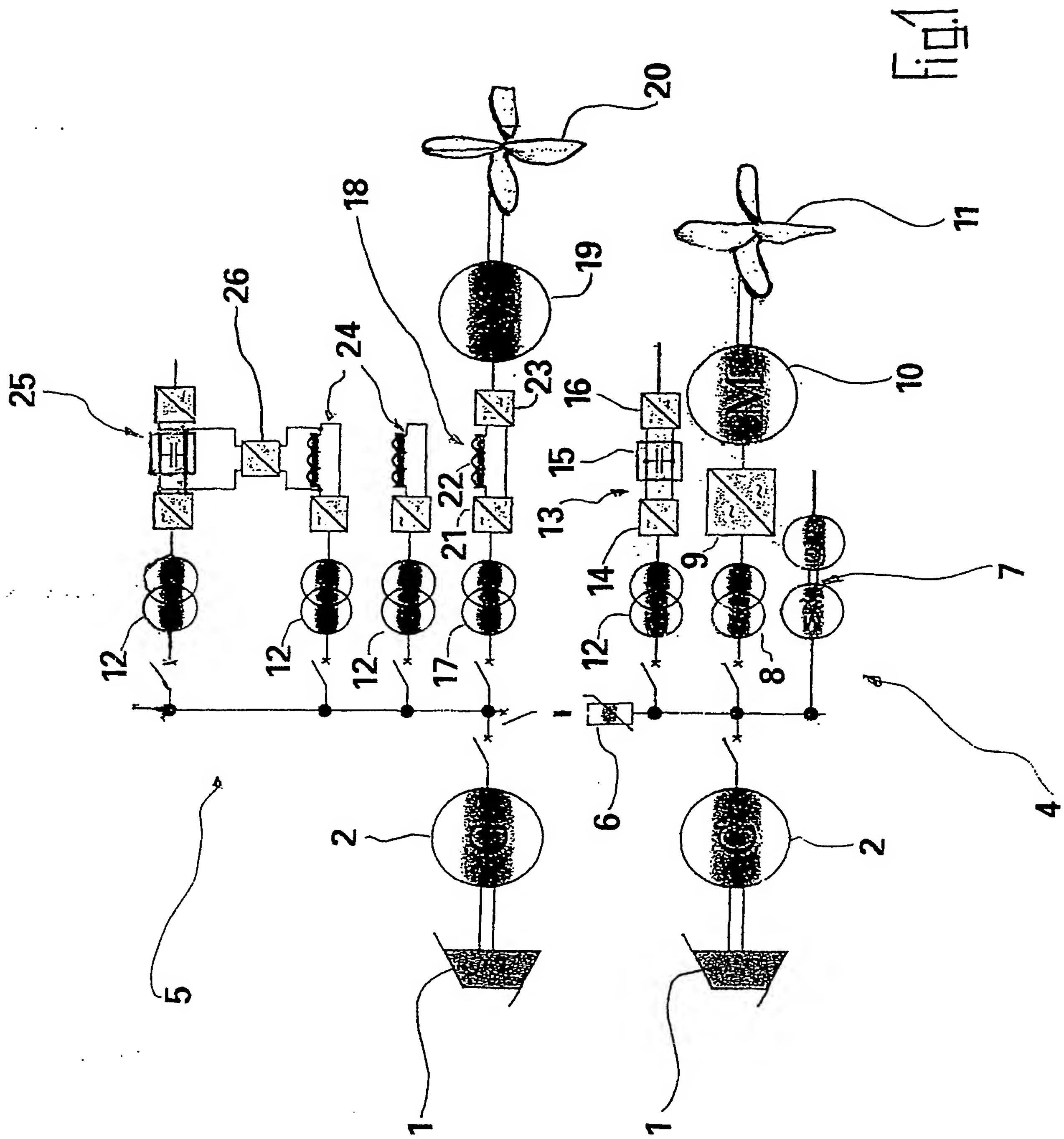
10 34. Elektrische Schiffsausrüstung nach Anspruch 33, bei der die den Refrigeratoren (39) zugeordneten Kompressoren jeweils einen individuellen Rückkühlkreislauf aufweisen.

15 35. Elektrische Schiffsausrüstung nach Anspruch 33, bei der die den Refrigeratoren (39) zugeordneten Kompressoren mittels Seewasser über die Bordwand kühlbar sind.

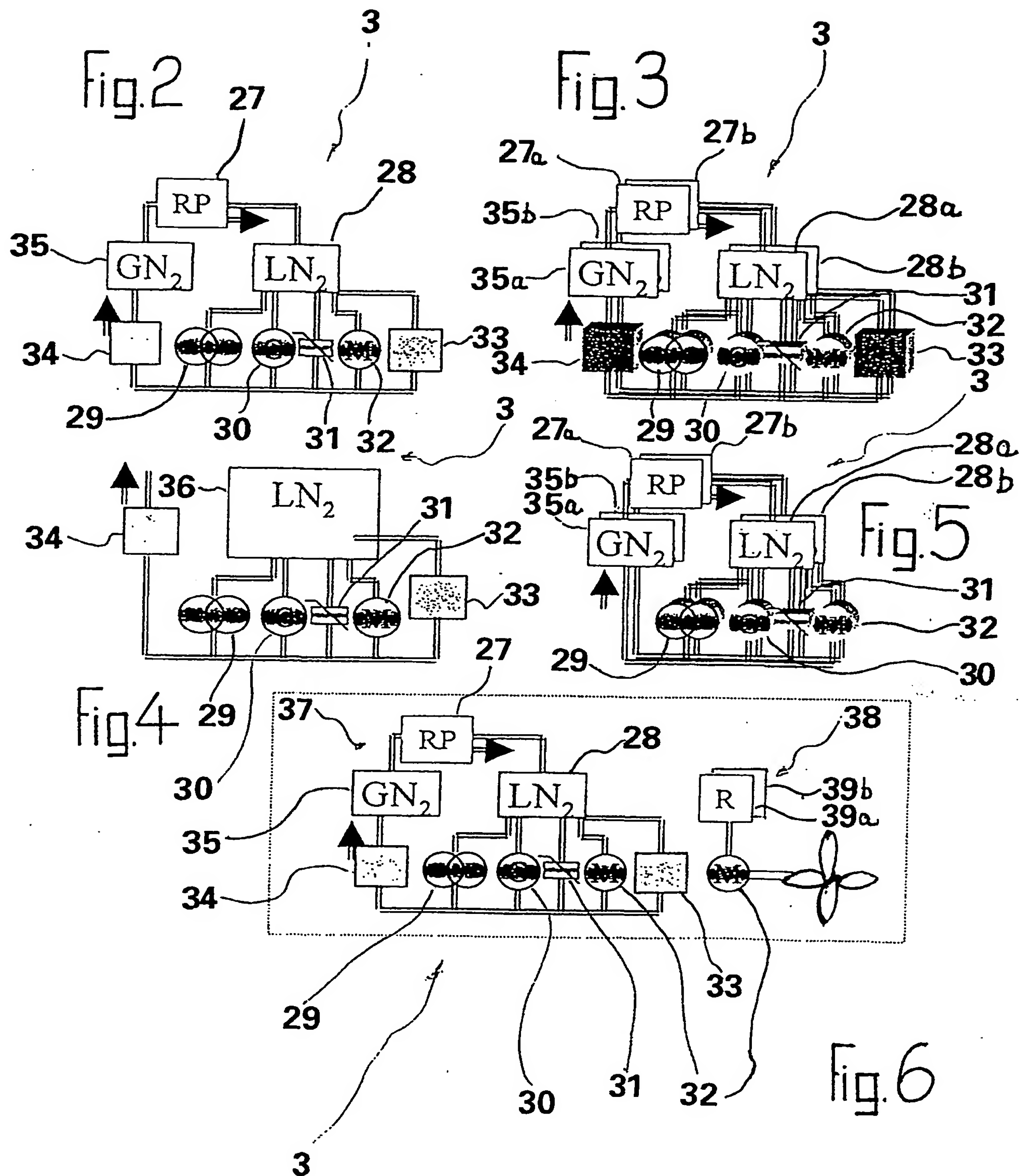
20 36. Elektrische Schiffsausrüstung nach Anspruch 33, bei der die den Refrigeratoren (39) zugeordneten Kompressoren ein gemeinsames Zwischenkreisrückkühlssystem aufweisen.

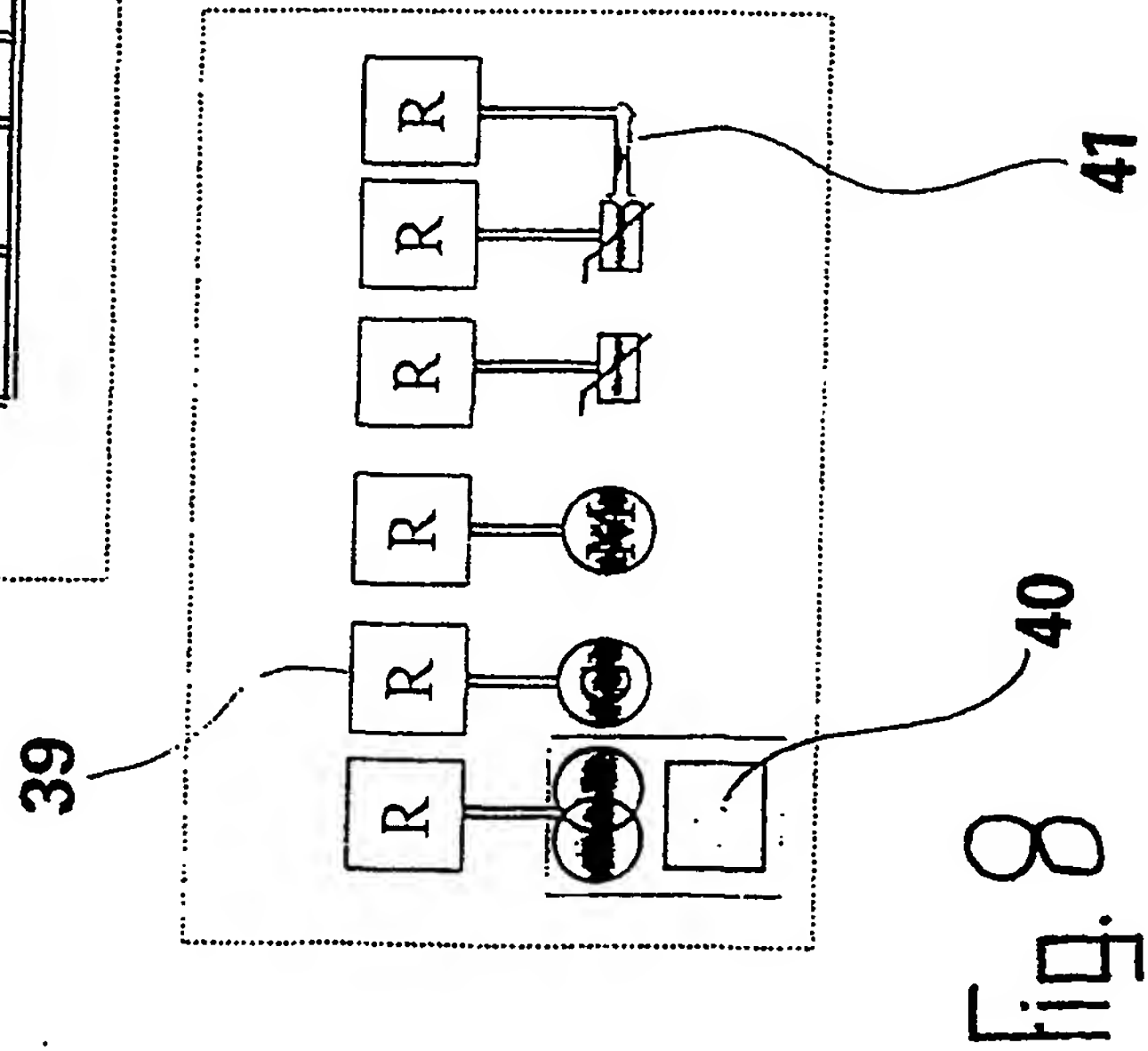
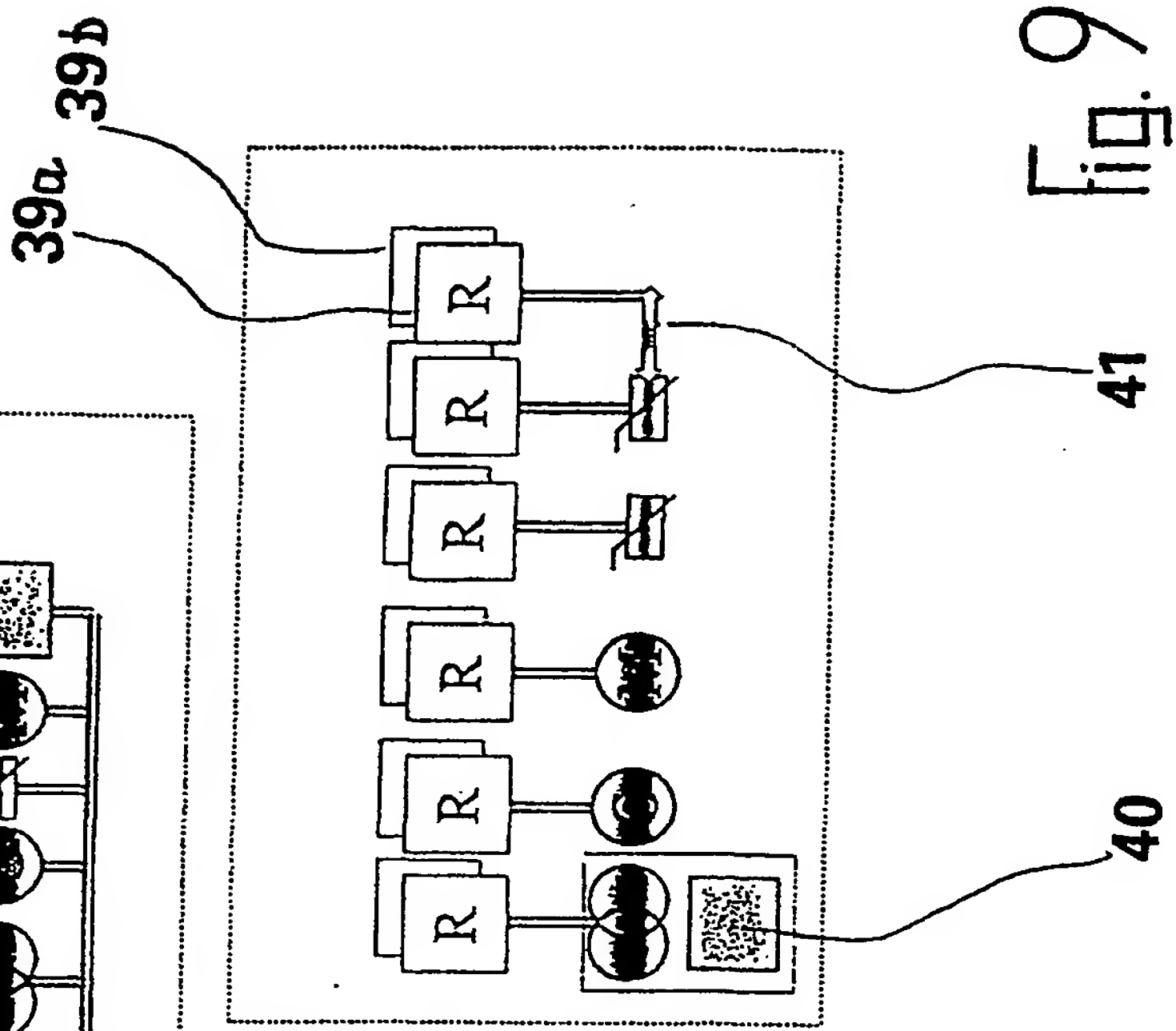
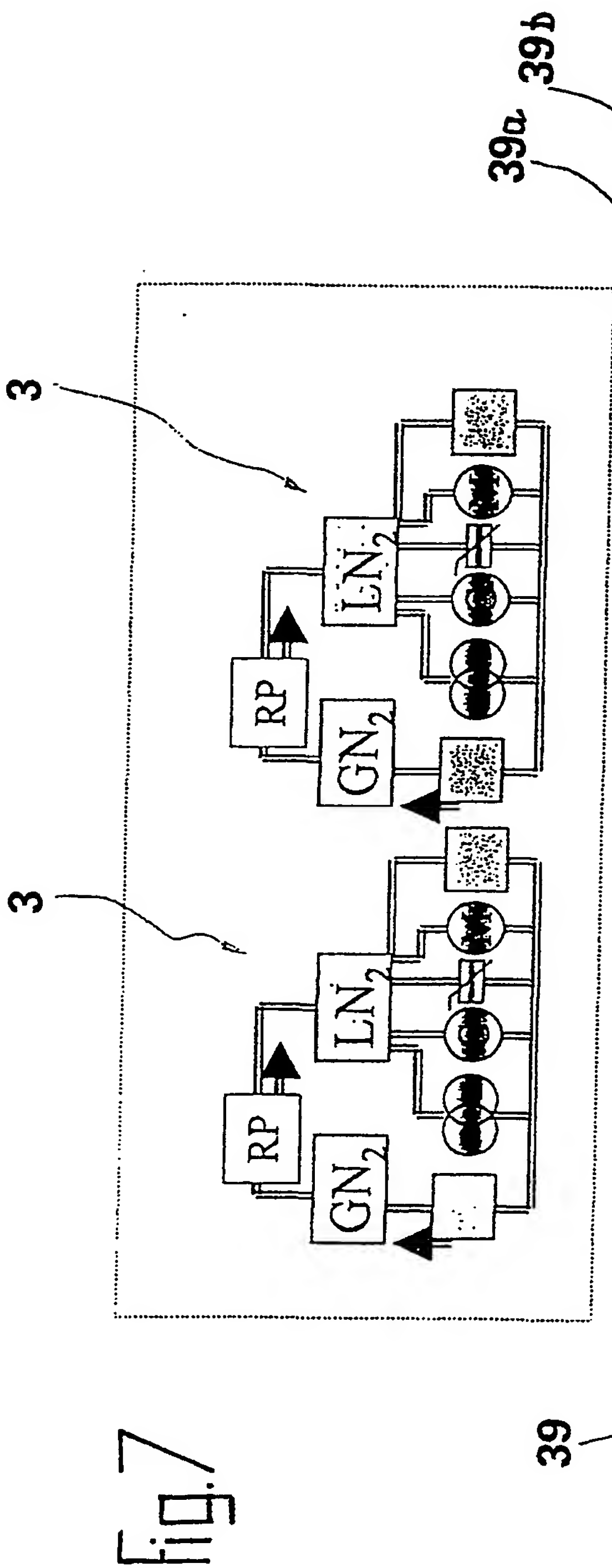
25 37. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 29 bis 36, mit zumindest einer Brennstoffzelle, die mit in der Luftverflüssigungsanlage (27) der Kryoversorgungseinrichtung (3) erzeugtem flüssigen Sauerstoff betreibbar ist.

30 38. Elektrische Schiffsausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 37, die Hochgeschwindigkeits-Halbleiterschalter aufweist, die mittels der Kryoversorgungseinrichtung (3) mit kryotechnischem Kühlmittel versorgbar sind.









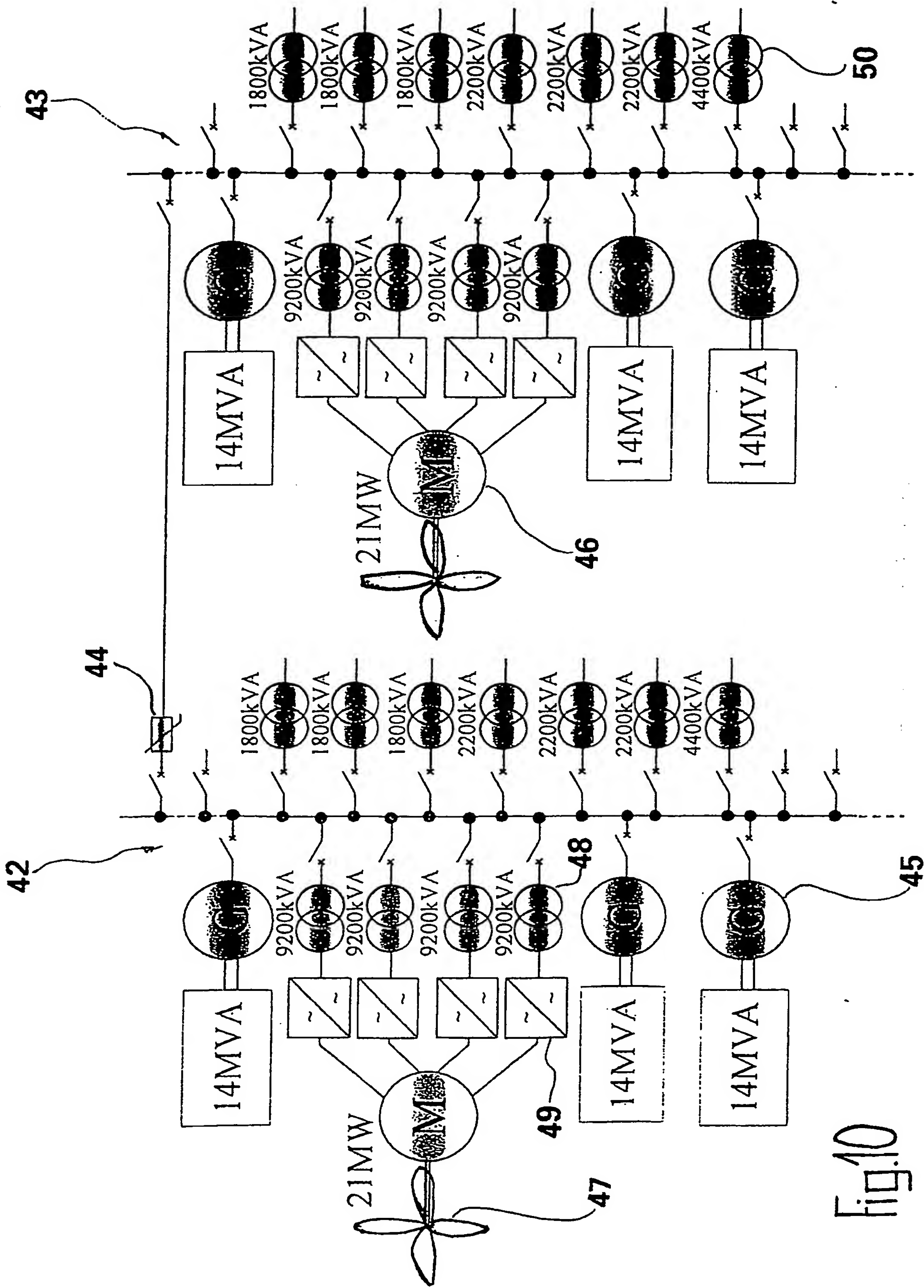


Fig. 10

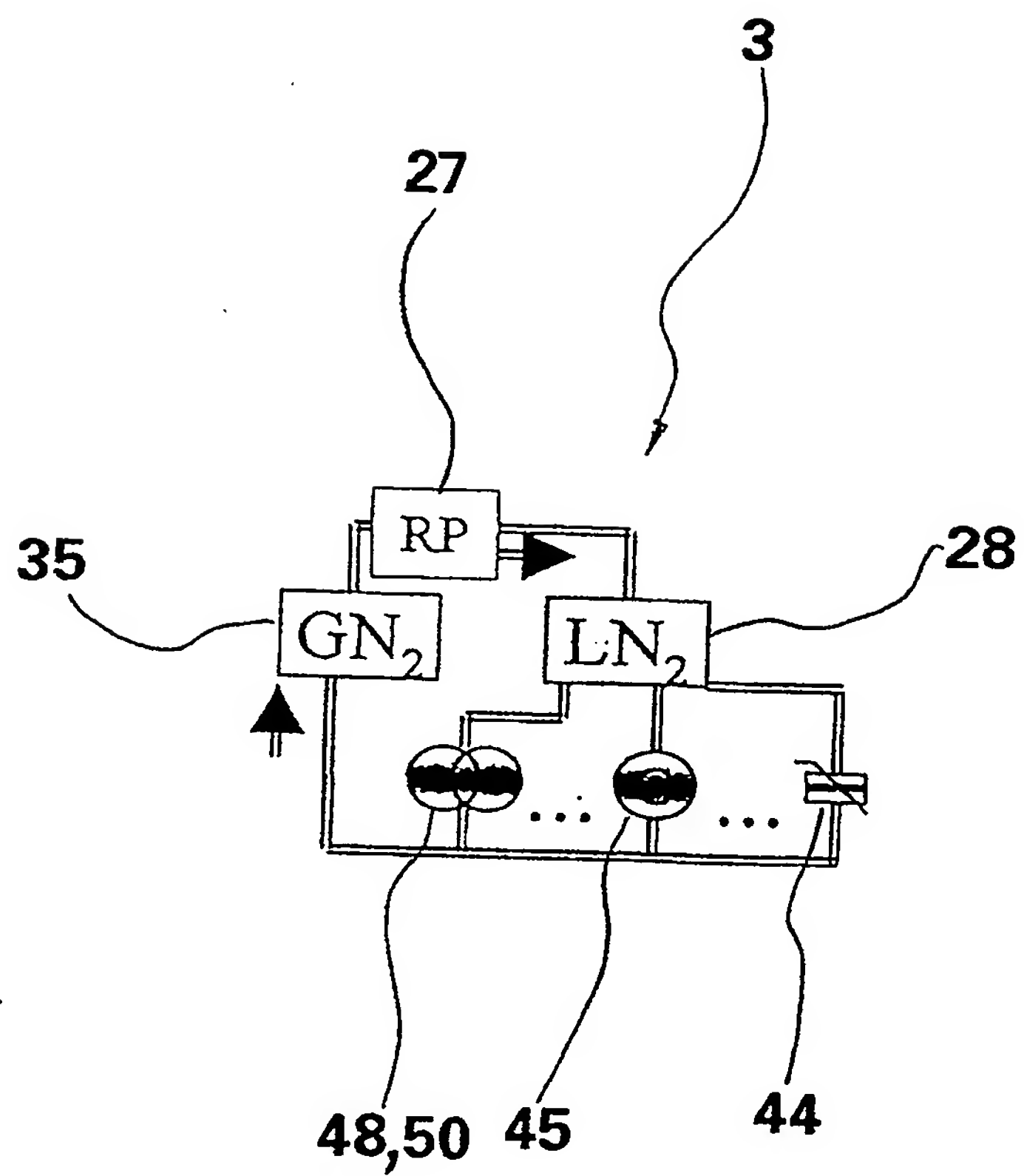
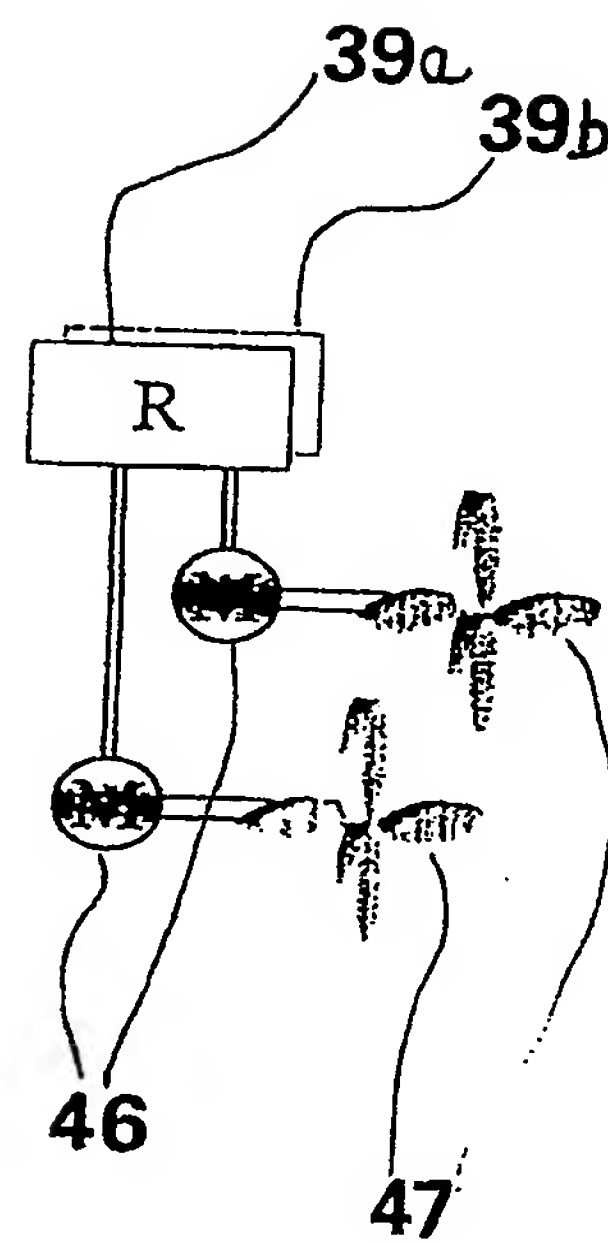


Fig. 11



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
28. März 2002 (28.03.2002)

PCT

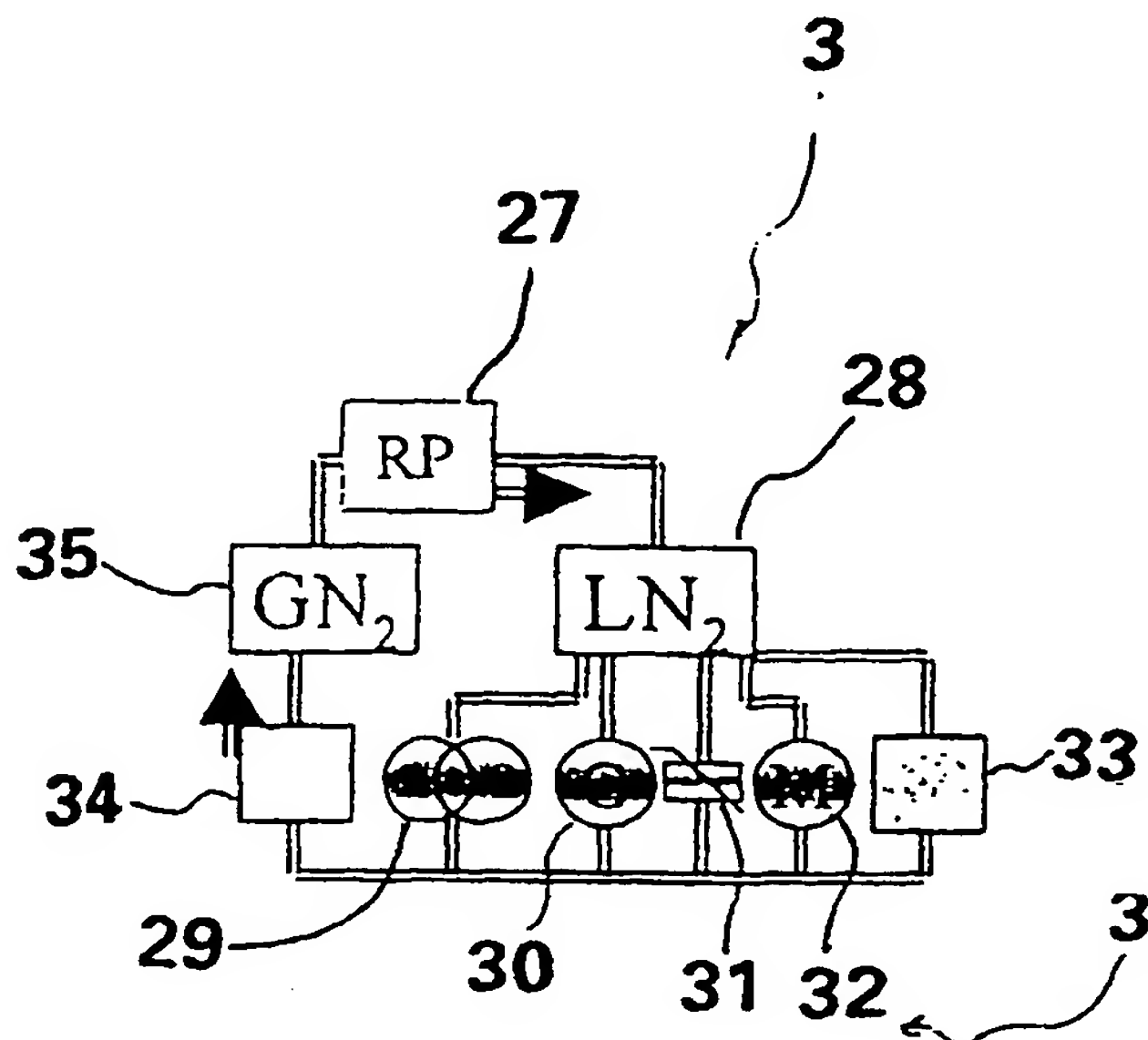
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/024523 A3**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: B63J 2/12, B63H 21/17, H02J 4/00, 15/00
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/03687
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
25. September 2001 (25.09.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
100 47 689.9 25. September 2000 (25.09.2000) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RIES, Günter [DE/DE]; Schobertweg 2, 91056 Erlangen (DE). WACKER, Bernd [DE/DE]; Haundorferstr. 2a, 91074 Herzogenaurach (DE). HARTIG, Rainer [DE/DE]; Hasselbrookstr. 135, 22089 Hamburg (DE). RZADKI, Wolfgang [DE/DE]; Groothegen 4e, 21509 Glinde (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, München 80506 (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTRICAL MARINE INSTALLATION WITH ENERGY PRODUCTION, DISTRIBUTION AND CONSUMER UNITS AND CRYOGENIC SUPPLY DEVICE

(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHE SCHIFFSAUSRÜSTUNG MIT ENERGIEERZEUGUNGS-, -VERTEILUNGS- UND -VERBRAUCHERANLAGEN SOWIE KRYOVERSORGUNGSEINRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to an electrical marine installation with energy production, distribution and consumer units, in particular for surface ships, comprising at least one HTSC-type generator (2, 30), at least one HTSC-type motor (10, 32) and a cryogenic supply device (3), by means of which the at least one HTSC generator (2, 30) and the at least one HTSC motor (10, 32) motor may be supplied with a cryogenic cooling agent. According to the invention, the installation volume, installation weight and production costs may be reduced, whereby further components and operating equipment (29, 31, 33) for the energy production, distribution and consumer units are of the HTSC type and are supplied with cryogenic cooling agent by means of the cryogenic supply device (3).

(57) Zusammenfassung: Eine elektrische Schiffsausrüstung mit Energieerzeugungs-, -verteilungs- und -verbraucheranlagen, insbesondere für Überwasserschiffe hat zumin-

dest einen in HTSL-Bauart ausgeführten Generator (2, 30), zumindest einen in HTSL-Bauart ausgeführten Motor (10, 32) und eine Kryoversorgungseinrichtung (3), mittels der der zumindest eine HTSL-Generator (2, 30) und der zumindest eine HTSL-Motor (10, 32) mit einem kryotechnischen Kühlmittel versorgbar sind. Zur Reduzierung des Einbauvolumens, des Einbaugewichts und der Herstellungskosten wird vorgeschlagen, dass weitere Komponenten und Betriebsmittel (29, 31, 33) der Energieerzeugungs-, -verteilungs- und -verbraucheranlagen in HTSL-Bauart ausgebildet und mittels der Kryoversorgungseinrichtung (3) mit kryotechnischem Kühlmittel versorgt werden.

WO 02/024523 A3





(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AU, BR, CA, JP, KR, NO, US, ZA.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen  
Recherchenberichts:

18. Juli 2002

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/03687

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B63J2/12 B63H21/17 H02J4/00 H02J15/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B63J B63H H02J H02K F25D F25B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, COMPENDEX, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GAMBLE BRUCE AND GOLDMAN JEFFREY: "HIGH TEMPERATURE SUPERCONDUCTION MOTORS AND GENERATORS FOR SUBMARINES AND SURFACE SHIPS" PROCEEDINGS NAVAL SYMPOSIUM ON ELECTRIC MACHINES, 28 - 31 July 1997, pages 275-282, XP008000614 NEWPORT, RI, USA Retrieved from the Internet: <URL:http://www.amsuper.com/papers.htm> 'retrieved on 2002-02-12!	1,7, 16-18, 21,23, 26,27, 29,31
Y	the whole document --- -/--	2,3

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 March 2002

Date of mailing of the international search report

16/04/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl.  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Häusler, F.U.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/03687

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 97 34361 A (GUTT HANS JOACHIM ET AL) 18 September 1997 (1997-09-18)	2, 3
A	abstract; claim 1; figures 2A, 2B page 1, line 14 - line 23 ---	1
A	GRAVELY MICHAEL L AND GOLDMAN JEFFREY: "SUPERCONDUCTION MAGNETIC ENERGY STORAGE (SMES) SYSTEMS FOR SUBMARINES AND SURFACE SHIPS" PROCEEDINGS NAVAL SYMPOSIUM ON ELECTRIC MACHINES, NEWPORT, RI, 28 - 31 July 1997, pages 205-210, XP008000617 NEWPORT, RI, USA Retrieved from the Internet: <URL:http://www.amsuper.com/papers.htm> 'retrieved on 2002-02-12! figures 1, 6 page 207, right-hand column, line 3 - line 18 ---	1, 15, 17
X	CERULLI JOHN: "STATE OF THE ART OF HTS TECHNOLOGY FOR LARGE POWER APPLICATIONS: CURRENT PROGRAMS AND FUTURE EXPECTATIONS" PROC. IEEE POWER ENG SOC 1999 WINTER MEETING, 'Online! vol. 2, 31 January 1999 (1999-01-31) - 4 February 1999 (1999-02-04), pages 1096-1100, i, xx, XP002194069 NEW YORK, NY, US Retrieved from the Internet: <URL:http://ieeexplore.ieee.org/iel4/6033/ 16130/00747356.pdf?isNumber=16130&prod=CNF &arnumber=747356&arSt=1096&ared=1100+vol.2 &arAuthor=Cerulli%2C+J.> 'retrieved on 2002-02-12! page 1096, right-hand column, line 14 -page 1097, left-hand column, line 26 page 1098, right-hand column, line 1 - line 10 page 1099, right-hand column, line 6 - line 26 tables 2-6 ---	1, 7, 12, 15, 16
A	EP 1 026 755 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 9 August 2000 (2000-08-09)  abstract paragraphs '0001!, '0013! - '0016! ---	1, 7, 12, 15, 16, 26, 29, 30, 32
	--- -/--	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/03687

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>SHARKE PAUL: "THE HUNT FOR COMPACT POWER"  MECHANICAL ENGINEERING, 'Online!  April 2000 (2000-04), pages 42-45,  XP008000664  ASME, NEW YORK, NY, US  ISSN: 0025-6501  Retrieved from the Internet:  &lt;URL:http://www.memagazine.org/backissues/  april00/features/hunt/hunt.html&gt;  'retrieved on 2002-02-11!  the whole document</p>	1
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN  vol. 013, no. 333 (E-794),  26 July 1989 (1989-07-26)  &amp; JP 01 097135 A (HITACHI LTD),  14 April 1989 (1989-04-14)  abstract; figure 1</p>	1,7,12, 16
A	<p>WESSKALLNIES B: "EIN SCHIFFSANTRIEB MIT  EINEM SUPRALEITENDEN FAHRMOTOR"  JAHRBUCH DER SCHIFFBAUTECHNISCHEN  GESELLSCHAFT.,  vol. 83, 1990, pages 375-382, XP002194070  BERLIN, DE  ISSN: 0374-1222  the whole document</p>	1
A	<p>WO 00 16350 A (SIEMENS AG; NEITZKE MICHAIL  ET AL) 23 March 2000 (2000-03-23)</p>	
A,P	<p>WO 01 51863 A (AMERICAN SUPERCONDUCTOR  CORP) 19 July 2001 (2001-07-19)</p>	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int: tional Application No

PCT/DE 01/03687

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9734361	A	18-09-1997	DE 19636548 A1 WO 9734361 A1 DE 19710501 A1	16-10-1997 18-09-1997 02-01-1998
EP 1026755	A	09-08-2000	AU 3849599 A EP 1026755 A1 US 6354087 B1 WO 9962127 A1	13-12-1999 09-08-2000 12-03-2002 02-12-1999
JP 01097135	A	14-04-1989	NONE	
WO 0016350	A	23-03-2000	WO 0016350 A2	23-03-2000
WO 0151863	A	19-07-2001	US 6347522 B1 AU 2933101 A WO 0151863 A1	19-02-2002 24-07-2001 19-07-2001



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/03687

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B63J2/12 B63H21/17 H02J4/00 H02J15/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfung (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B63J B63H H02J H02K F25D F25B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfung gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, COMPENDEX, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GAMBLE BRUCE AND GOLDMAN JEFFREY: "HIGH TEMPERATURE SUPERCONDUCTION MOTORS AND GENERATORS FOR SUBMARINES AND SURFACE SHIPS" PROCEEDINGS NAVAL SYMPOSIUM ON ELECTRIC MACHINES, 28. - 31. Juli 1997, Seiten 275-282, XP008000614 NEWPORT, RI, USA Gefunden im Internet: <URL:http://www.amsuper.com/papers.htm> 'gefunden am 2002-02-12!	1,7, 16-18, 21,23, 26,27, 29,31
Y	das ganze Dokument --- -/--	2,3

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. März 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/04/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Häusler, F.U.

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 97 34361 A (GUTT HANS JOACHIM ET AL) 18. September 1997 (1997-09-18)	2,3
A	Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildungen 2A,2B Seite 1, Zeile 14 - Zeile 23 ---	1
A	GRAVELY MICHAEL L AND GOLDMAN JEFFREY: "SUPERCONDUCTION MAGNETIC ENERGY STORAGE (SMES) SYSTEMS FOR SUBMARINES AND SURFACE SHIPS" PROCEEDINGS NAVAL SYMPOSIUM ON ELECTRIC MACHINES, NEWPORT, RI, 28. - 31. Juli 1997, Seiten 205-210, XP008000617 NEWPORT, RI, USA Gefunden im Internet: <URL:http://www.amsuper.com/papers.htm> 'gefunden am 2002-02-12! Abbildungen 1,6 Seite 207, rechte Spalte, Zeile 3 - Zeile 18 ---	1,15,17
X	CERULLI JOHN: "STATE OF THE ART OF HTS TECHNOLOGY FOR LARGE POWER APPLICATIONS: CURRENT PROGRAMS AND FUTURE EXPECTATIONS" PROC. IEEE POWER ENG SOC 1999 WINTER MEETING, 'Online! Bd. 2, 31. Januar 1999 (1999-01-31) - 4. Februar 1999 (1999-02-04), Seiten 1096-1100,i,xx, XP002194069 NEW YORK, NY, US Gefunden im Internet: <URL:http://ieeexplore.ieee.org/iel4/6033/ 16130/00747356.pdf?isNumber=16130&prod=CNF &arnumber=747356&arSt=1096&ared=1100+vol.2 &arAuthor=Cerulli%2C+J.> 'gefunden am 2002-02-12! Seite 1096, rechte Spalte, Zeile 14 -Seite 1097, linke Spalte, Zeile 26 Seite 1098, rechte Spalte, Zeile 1 - Zeile 10 Seite 1099, rechte Spalte, Zeile 6 - Zeile 26 Tabellen 2-6 ---	1,7,12, 15,16
A	EP 1 026 755 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 9. August 2000 (2000-08-09)  Zusammenfassung Absätze '0001!, '0013!-'0016! ---	1,7,12, 15,16, 26,29, 30,32

-/--

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	SHARKE PAUL: "THE HUNT FOR COMPACT POWER" MECHANICAL ENGINEERING, 'Online! April 2000 (2000-04), Seiten 42-45, XP008000664 ASME, NEW YORK, NY, US ISSN: 0025-6501 Gefunden im Internet: <URL:http://www.memagazine.org/backissues/ april00/features/hunt/hunt.html> 'gefunden am 2002-02-11! das ganze Dokument ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 333 (E-794), 26. Juli 1989 (1989-07-26) & JP 01 097135 A (HITACHI LTD), 14. April 1989 (1989-04-14) Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1,7,12, 16
A	WESSKALLNIES B: "EIN SCHIFFSANTRIEB MIT EINEM SUPRALEITENDEN FAHRMOTOR" JAHRBUCH DER SCHIFFBAUTECHNISCHEN GESELLSCHAFT., Bd. 83, 1990, Seiten 375-382, XP002194070 BERLIN, DE ISSN: 0374-1222 das ganze Dokument ---	1
A	WO 00 16350 A (SIEMENS AG; NEITZKE MICHAIL ET AL) 23. März 2000 (2000-03-23) ---	
A,P	WO 01 51863 A (AMERICAN SUPERCONDUCTOR CORP) 19. Juli 2001 (2001-07-19) -----	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/03687

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9734361 A	18-09-1997	DE 19636548 A1 WO 9734361 A1 DE 19710501 A1	16-10-1997 18-09-1997 02-01-1998
EP 1026755 A	09-08-2000	AU 3849599 A EP 1026755 A1 US 6354087 B1 WO 9962127 A1	13-12-1999 09-08-2000 12-03-2002 02-12-1999
JP 01097135 A	14-04-1989	KEINE	
WO 0016350 A	23-03-2000	WO 0016350 A2	23-03-2000
WO 0151863 A	19-07-2001	US 6347522 B1 AU 2933101 A WO 0151863 A1	19-02-2002 24-07-2001 19-07-2001

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**